

(51)Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I
G 0 6 F 13/00	3 5 3 T	7368-5E	
11/20	3 1 0 F	7313-5B	
H 0 4 L 1/00	A	9371-5K	
12/40			
		7341-5K	
			H 0 4 L 11/00 3 2 0
			審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 19 頁)

(21)出願番号 特願平6-506660
 (86) (22)出願日 平成5年(1993)9月2日
 (85)翻訳文提出日 平成7年(1995)3月1日
 (86)国際出願番号 PCT/AT93/00138
 (87)国際公開番号 WO94/06080
 (87)国際公開日 平成6年(1994)3月17日
 (31)優先権主張番号 A 1772/92
 (32)優先日 1992年9月4日
 (33)優先権主張国 オーストリア (AT)
 (81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, M C, NL, PT, SE), JP, KR, US

(71)出願人 フォールト トレラント システムズ エ
 フデーエス-コンピュータ テクニク ゲ
 セムペーハー
 オーストリア、A-2500 パーデン ベ
 ー、ウィーン、アン ビューエル 112
 (72)発明者 コベツ、ヘルマン
 オーストリア、A-2500 パーデン ベ
 ー、ウィーン、アン ビューエル 112
 (74)代理人 弁理士 吉田 稔 (外2名)

(54)【発明の名称】 通信制御装置及び情報伝達方法

(57)【要約】

分散配置されたリアルタイムコンピュータの集合内において情報伝達を行うための通信制御装置と方法であって、コンピュータ集合は複数のエラー許容ユニット (FTE) を含んでおり、送信される情報は、制御フィールド (K) と、データフィールド (D) と、CRC (周期的代理機能性チェック) フィールド (CRC) と、を含んでいる。制御フィールド (K) の所定のビット (I) によって特定される正常情報のCRCフィールドの内容は、制御フィールド (K)、データフィールド (D) 及び送信側の通信制御部の独自の内部状態の組み合わせに基づき計算される。送信側の通信制御部の独自の内部状態はグローバル時間及びメンバーシップフィールドの組み合わせによって構成されている。このメンバーシップフィールドは一連のビットで構成され、各ビットが特定のエラー許容ユニットに割り当てられる。各メンバーシップビットの値がTRUEであるとそのビットに対応するエラー許容ユニットが作動していることを示しており、FALSEであるとそのエラー許容ユニットがエラー状態であることを示している。この結果、受信側の通

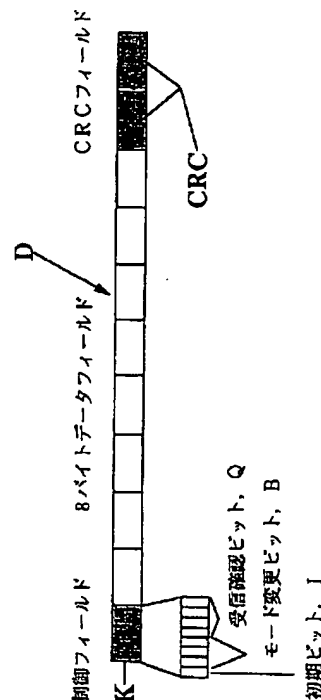


FIG. 2

【特許請求の範囲】

1. 基準グローバル時間を用い、分散配置されたりリアルタイムコンピュータの集合内において情報伝達を行うための方法であって、コンピュータ集合は複数のエラー許容ユニット (FTE₁, FTE₂, FTE₃, FTE₄) を含んでおり、各エラー許容ユニット (FTE) は少なくとも1個のエラー黙認用コンピュータ (AC_{1a}, AC_{1b}, SC₁, AC_{2a}, AC_{2b}, SC₂, AC_{3a}, AC_{3b}, SC₃, AC_{4a}, AC_{4b}, SC₄) を含んでおり、各コンピュータは少なくとも1個の通信ポートを備える通信制御部 (KE_{1a}, KE_{1b}, KE_{1c}, KE_{2a}, KE_{2b}, KE_{2c}, KE_{3a}, KE_{3b}, KE_{3c}, KE_{4a}, KE_{4b}, KE_{4c}) を有しており、各エラー許容ユニット (FTE₁, FTE₂, FTE₃, FTE₄) は少なくとも1個の通信チャンネル (KK₁, KK₂) を介して他のエラー許容ユニット (FTE₁ FTE₂, FTE₃, FTE₄) に接続されており、前記通信チャンネル (KK₁ KK₂) へのアクセスは基準グローバル時間に基づき得られる周期的時分割多重アクセスプランにより決定されるようにした方法において、送信される情報は、制御フィールド (K) と、データフィールド (D) と、CRC (周期的重複性チェック) フィールド (CRC) と、を含んでおり、制御フィールド (K) の所定のビット (I) によって特定される正常情報のCRCフィールドの内容は、制御フィールド (K)、データフィールド (D) 及び送信側の通信制御部の独自の内部状態の組み合わせに基づき計算され、送信側の通信制御部の独自の内部状態はその時点でのグローバル時間及びメンバーシップフィールドの組み合わせによって構成されており、このメンバーシップフィールドの特定のビットが各エラー許容ユニット (FTE₁, FTE₂, FTE₃, FTE₄) に割り当てられており、上記特定のビットがTRUEの値であるとそのビットに対応するエラー許容ユニットが作動していることを示しており、FALSEの値であるとそのエラー許容ユニットがエラー状態であることを示しており、もって受信側の通信制御部が、受信する情報をチェックすることにより、エラー情報を検知するとともに、受信側の通信制御部の内部状態の送信側の通信制御部の内部状態からのずれを検知することを特徴とする、情報伝達方法。

2. 請求項1に記載の方法であって、受信側の通信制御部は、特定の送信側のエラー許容ユニット (FTE_1 , FTE_2 , FTE_3 , FTE_4) に割り当てられた時点で正常なCRCフィールドを持つ情報を予定どおり受信しなかったときに、その特定のエラー許容ユニットのメンバーシップフィールドにおける対応するビットにFALSEの設定を行って当該エラー許容ユニットがエラー状態にあることを表示することを特徴とする。

3. 請求項1または2に記載の方法であって、上記制御フィールド(K)は、情報が初期化情報であるか又は正常情報であるかを特定する初期ビット(I)を第1ビットとして含んでいることを特徴とする。

4. 請求項3に記載の方法であって、上記制御フィールド(K)は、1個又はそれ以上の情報を正しく受信したことを確認するための複数の受信確認ビット(Q)を更に含んでおり、もって、受信側の各通信制御部が、受信する情報の制御フィールドをチェックすることにより、全ての通信ポートが作動しているか否かを判定するとともに、正常に受信された情報の数とCRCチェックでエラーとされたために放棄された情報の数とを比較して、特定の通信制御部が正常に作動している通信制御部集合の1つであるか否かを判定するようにしたことを特徴とする。

5. 請求項3又は4に記載の方法であって、上記制御フィールド(K)は複数のモード変更ビット(B)を更に含んでいることを特徴とする方法。

6. 請求項1～5のいずれかに記載の方法であって、正常情報のCRCフィールドの計算に含まれ且つ受信側でチェックされる独自の内部状態はモードフィールドを更に含んでいることを特徴とする。

7. 請求項1～6のいずれかに記載の方法であって、情報名をその情報の演繹的に決定された送信及び受信タイミングから得るようにし、当該情報内に情報名フィールドを持たせる必要がないようにしたことを特徴とする。

8. 請求項1～7のいずれかに記載の方法であって、上記基準グローバル時間を各通信制御ユニットにおいて分散式で確立するべく、各エラー許容ユニット (FTE_1 , FTE_2 , FTE_3 , FTE_4) のクロック状態間の差を、演繹的に既知の送信タイミングとその場所で測定された実際の受信タイミングとに基づいて決定

するようにしたことを特徴とする。

9. 基準グローバル時間を用い、分散配置されたりリアルタイムコンピュータの集合内において情報伝達を行うための通信制御装置であって、コンピュータ集合は複数のエラー容ユニット ($FTE_1, FTE_2, FTE_3, FTE_4$) を含んでおり、各エラー許容ユニット (FTE) は少なくとも1個のエラー黙認用コンピュータ ($AC_{1a}, AC_{1b}, SC_1, AC_{2a}, AC_{2b}, SC_2, AC_{3a}, AC_{3b}, SC_3, AC_{4a}, AC_{4b}, SC_4$) を含んでおり、各コンピュータは少なくとも1個の通信ポートを備える通信制御部 ($KE_{1a}, KE_{1b}, KE_{1c}, KE_{2a}, KE_{2b}, KE_{2c}, KE_{3a}, KE_{3b}, KE_{3c}, KE_{4a}, KE_{4b}, KE_{4c}$) を有しており、各エラー許容ユニット ($FTE_1, FTE_2, FTE_3, FTE_4$) は少なくとも1個の通信チャンネル (KK_1, KK_2) を介して他のエラー許容ユニット ($FTE_1, FTE_2, FTE_3, FTE_4$) に接続されており、前記通信チャンネル (KK_1, KK_2) へのアクセスは基準グローバル時間に基づき得られる周期的時分割多重アクセスプランにより決定されるようにした構成において、上記通信制御装置は、送信される情報が、制御フィールド (K) と、データフィールド (D) と、CRC (周期的重複性チェック) フィールド (CRC) と、で構成されるように機能し、制御フィールド (K) の所定のビット (I) によって特定される正常情報のCRCフィールドの内容は、制御フィールド (K)、データフィールド (D) 及び送信側の通信制御部の独自の内部状態の組み合わせに基づき計算され、また上記通信制御装置は、送信側の通信制御部の独自の内部状態がその時点でのグローバル時間及びメンバーシップフィールドの組み合わせによって構成されるように機能し、このメンバーシップフィールドの特定のビットが各エラー許容ユニット ($FTE_1, FTE_2, FTE_3, FTE_4$) に割り当てられており、上記特定のビットがTRUEの値であると、そのビットに対応するエラー

許容ユニットが作動していることを示しており、FALSEの値であると、そのエラー許容ユニットがエラー状態であることを示しており、もって受信側の通信制御部が、受信する情報をチェックすることにより、エラー情報を検知するとともに、受信側の通信制御部の内部状態の送信側の通信制御部の内部状態からのずれ

を検知する構成されたことを特徴とする、通信制御装置。

10. 請求項9に記載の通信制御装置であって、上記通信制御部は2個のカウンタを含んでおり、一方のカウンタは正常なCRCフィールドを有する受信情報をカウントするためのものであり、他方のカウンタはエラーのあるCRCフィールドを有する受信情報をカウントするためのものであることを特徴とする。

11. 請求項9または10に記載の通信制御装置であって、上記通信制御部は、モードフィールドにビットが設定された他のエラー許容ユニット (FTE_1 , FTE_2 , FTE_3 , FTE_4) からの情報を受信するとすぐにモード変更を行うための論理回路を含んでいることを特徴とする。

12. 請求項9～11のいずれかに記載の通信制御装置であって、上記通信制御部は、情報の演繹的に既知の到着タイミングと当該情報の実際の受信タイミングとの差を測定するための論理回路を含んでいることを特徴とする。

13. 請求項9～12のいずれかに記載の通信制御装置であって、上記通信制御部が単一チップ制御部又は単一チップコンピュータの一部として構成されていることを特徴とする。

【発明の詳細な説明】

通信制御装置及び情報伝達方法

本発明は、共通の基準グローバル時間(global time base)を用い、分散配置されたリアルタイムコンピュータの集合内(distributed real-time computer architecture)において情報伝達を行うための通信制御装置及び方法であって、コンピュータ集合は複数のエラー許容ユニット(error-tolerant units)を含んでおり、各エラー許容ユニットは少なくとも1個のエラー黙認用コンピュータ(fail-silent computer)を含んでおり、各コンピュータは少なくとも1個の通信ポートを備える通信制御部を有しており、各エラー許容ユニットは少なくとも1個の通信チャンネルを介して他のエラー許容ユニットに接続されており、前記通信チャンネルへのアクセスは基準グローバル時間に基づき得られる静的周期的時分割多重アクセスプラン(static cyclic time-division multiple access scheme)により決定されるようにした通信制御装置及び方法に関する。

上述した公知のコンピュータ集合は、複数のグローバルに同期されたエラー黙認用コンピュータ(globally synchronized fail-silent computers)で構成されており、これらエラー黙認用コンピュータは複数のエラー許容ユニットへと組織化され且つ相互間で放送通信システムにより情報の交換を行うようになっている。各エラー許容ユニットは少なくとも1個のエラー黙認用コンピュータを含んでおり、各コンピュータは少なくとも1個の通信ポートを備える通信制御部を有している。コンピュータのエラーを許容するために、準同期的(quasi synchronously)に同一の状態変化をする2個の活動コンピュータを纏めて単一のエラー許容ユニットとすることがよくある。例えば、2個の平行な通信チャンネルを設けて、各コンピュータの通信制御部の2個の通信ポートを両通信チャンネルに接続することにより、通信システムに重複性(redundancy)を付与することができる。また、更に高い一時的エラー率を許容するために、2個の活動コンピュータに加えて、シャドウコンピュータをエラー許容ユニットに含ませることもできる。以上のよ

うな構成は、エラー許容のためのコンピュータ処理に関する第20回国際シンポ

ジウムで発表されたKopetz, H. 氏、Kantz, H. 氏、Grunsteidl, G. 氏及びReisinger, J. 氏の『Tolerating Transient Faults in Mars』と題する文献中(IEEEプレス、1990年6月、466~473頁)で詳細に説明されている。

情報の伝達は、前記通信チャンネルへのアクセスをグローバル時間に基づき得られる静的周期的時分割多重アクセスプラン(static cyclic time-division multiple access scheme)に従い決定するようにした方法によって実現される。多重アクセスプランにおいては、各通信制御部は他の通信制御部がいつ情報を送信してくるかを演繹的に知っている。また、各通信制御部は独自の(ローカルな)リアルタイムクロックを有しており、このクロックは他の全ての通信制御部のクロックと所定の同期精度で同期されている。クロックの同期のための方法については、Kopetz, H. 氏及びOchsenreiter, W. 氏の『Clock Synchronization in Distributed Real-Time Systems』と題する論文中(コンピュータに関するIEEE会報、1987年8月、C-36巻、933~940頁)で詳細に説明されている。

エラー許容リアルタイムコンピュータ集合はエラー許容通信システムに含まれる全てのエラーモードを許容しなければならない。そのためには、通信システムは以下の機能を達成しなければならない。

- (1) エラー時においても、所定の時間条件を維持しつつ、コンピュータ間でタイムリー且つ確実な情報交換を行うこと。
- (2) 一時的又は永久的な情報喪失を検知すること。
- (3) 終始一貫してコンピュータのエラーを検知すること。
- (4) 分散して重複性管理、すなわち終始一貫してエラー状態のコンピュータを除去し、修理後のコンピュータを再統合すること。
- (5) ローカルクロックの同期を行うこと。
- (6) 緊急時に迅速に反応すること。

リアルタイム通信システムにおいては、情報の長さをできるだけ短くするとともに、管理情報の数をできるだけ少なくして、通信チャンネルの所定の帯域幅制限の下で、システムが迅速に反応できるようにすることが更に望まれる。また、例えば自動車産業や航空宇宙産業では帯域幅(bandwidth)を増加させることはコ

ストの上昇につながるため、情報長さを最小限にし且つ管理情報の数を少なくすることは迅速処理プロセスにとって重要な経済的要因である。

従来の技術水準によれば、上記機能はハードウェア及び／又はソフトウェアにより異なった態様にて実現されるが、いずれも通信システムが多くの追加の管理情報を伝達しなければならないものである。情報伝達のための基本的方法は、例えばJ1850, CAN and Token Slot Network(1992年SAEハンドブック、巻20、301～302頁、自動車技術者学会 [Society of Automotive Engineers]、米国、ペンシルバニア、ワレンデル [warrendale]、コモンウェルス ドライブ 400 [400 Commonwealth Drive])の規格の下で周知である。

本発明の課題は、上記機能を通信制御部における集積ハードウェアに基づくプロトコール(integrated hardware supported protocol)により実現し、通信制御ユニットの一時的挙動に関する演繹的に既知の情報と当該通信制御部の動作に関する現実の情報とを利用して、管理情報の数と情報の長さを実質的に減少させることにある。

上記課題を解決するために、本発明による情報伝達のための通信制御装置及び方法では、送信される情報が、制御フィールドと、データフィールドと、CRC(周期的重複性チェック)フィールドと、を含んでおり、制御フィールドの所定のビットによって特定される正常情報のCRCフィールドの内容は、制御フィールド、データフィールド及び送信側の通信制御部の独自の内部状態の組み合わせに基づき計算され、送信側の通信制御部の独自の内部状態はその時点でのグローバル時間及びメンバーシップフィールドの組み合わせによって構成される。このメンバーシップフィールドは一連のビットで構成され、各ビットが特定のエラー

許容ユニットに割り当てられる。このビットがTRUEの値であるとそのビットに対応するエラー許容ユニットが作動していることを示しており、FALSEの値であるとそのエラー許容ユニットがエラー状態であることを示している。従って、受信する情報をチェックすることにより、受信側の通信制御部がエラー情報を検知するとともに、受信側の通信制御部の内部状態の送信側の通信制御部の内部状態からのずれを検知することができる。

本発明の追加の利点及び特徴は、従属請求項及び本発明の実施例についての以下の説明から理解されるであろう。実施例は図面に示されており、図面において：

図1は、情報伝達のためのエラー許容リアルタイムコンピュータ集合を示す概略構成図である。

図2は、伝達される情報のデータフォーマットを示す概略構成図である。

次に、図1及び図2に示す実施例に則して本発明を説明する。この実施例では、各エラー許容ユニットから伝達中の情報の喪失、通信制御部の永久的エラー、又は通信チャンネル全体の喪失が許容されるため、エラーが許容されない要素は存在しない。更に、本実施例では、上記エラーに加え、シャドーコンピュータを採用することにより、第2の永久的又は一時的エラーも許容される。もし、複数の情報の喪失を許容することが望まれる場合には、各情報は更に複数回送信する必要がある。

図1に示す構成では、4個のエラー許容ユニット FTE_1 , FTE_2 , FTE_3 , FTE_4 が設けられており、これらエラー許容ユニットの各々が2個の活動コンピュータ AC_{1a} , AC_{1b} , AC_{2a} , AC_{2b} , AC_{3a} , AC_{3b} , AC_{4a} , AC_{4b} と1個のシャドーコンピュータ SC_1 , SC_2 , SC_3 , SC_4 を含んでいる。各通信制御部 KE_{1a} , KE_{1b} , KE_{1c} , KE_{2a} , KE_{2b} , KE_{2c} , KE_{3a} , KE_{3b} , KE_{3c} , KE_{4a} , KE_{4b} , KE_{4c} は、2個の通信チャンネル KK_1 , KK_2 を介して他の全ての通信制御部に接続されるとともに、独自のリアルタイムクロ

ックを有しており、このクロックは他の全ての通信制御部のクロックと所定の同期精度で同期されている。重複する通信制御チャンネル KK_1 , KK_2 へのアクセスは、グローバル時間に基づいて得られる静的時分割多重アクセスプランに従い行われる。各エラー許容ユニット FTE_1 , FTE_2 , FTE_3 , FTE_4 が少なくとも1回送信スロット(sending slot)となる時間隔は時分割多重アクセスラウンドと呼ばれる。

各情報を送信するタイミングは演繹的に既知であるので、この新規な通信システムによれば、情報内に情報名を含める必要はない。受信側において、情報の受

信タイミング(point in time of receiving a message)から情報名を再構成することができる。

以下においては、構成が類似する個別のエラー許容ユニットFTEを区別するための添字1, 2, 3, 4を省略して説明を容易にしている。

各通信制御部KEは内部状態を有しており、本実施例では、この内部状態はグローバル時間フィールドと4ビット長さのメンバーシップフィールドとで構成されている。4個のエラー許容ユニットFTEの各々に対してこのメンバーシップフィールドのビットが割り当てられており、そのビットの値がTRUEであると、そのビットに対応するエラー許容ユニットが動作状態にあり、FALSEであるとエラー許容ユニットがエラー状態にあることを示している。観察する側の通信制御部FTEは、グローバル時間を基準にした最終送信スロット(globally known sending slot)において、観察される側の通信制御部FTEの挙動を見ることになる。

本発明によれば、2種類の情報、すなわち初期化情報及び通常情報を区別しなければならない。いずれの情報とも、制御フィールドK、データフィールドD及びCRC(周期的重複性チェック)フィールドCRCを含んでいる。好適な本実施例における情報のフォーマットを図2に示す。制御フィールドKは1バイトの

長さを有する。この制御フィールドKの第1番目のビットは初期ビットIであり、続く3ビットはモード変更ビットBであり、最後の4ビットは受信確認ビットQである。データフィールドは8バイトの長さを有しており、CRCフィールドは2バイトの長さを有する。

制御フィールドKのビットIの値がTRUEであることを特徴とし且つデータフィールドD内に送信側通信制御部KEの内部状態を含む初期化情報のCRCフィールドの内容は、例えばCCITT規格(Data Transmission over the Telephone Network Series V. Recommendations, Session V41, the Orange Book, VIII.1, International Telecommunications Union, Geneva, 1977)などの公知の方法により、制御フィールドK及びデータフィールドDの組み合わせに基づき計算される。この初期化情報はシステムを初期化したり、回復後のコンピュータを再統合

したりするのに必要なものである。通常モードにおいては、初期化情報を送信する必要はなく、他に送信すべき情報がない場合に、初期化情報が伝達される。

本発明によれば、制御フィールドKのビットIの値がFALSEであることを特徴とする通常情報のCRCフィールドの内容は、制御フィールドK、データフィールドD及び送信側通信制御部KEのその時点での内部状態の組み合わせに基づき計算される。受信側通信制御部KEは受信する情報のCRCフィールドを、制御フィールドK、データフィールドD及び当該受信側通信制御部KEのその時点での内部状態の組み合わせと対比チェックする。従って、受信側通信制御部は受信する情報の変形状態を検知するとともに、送信側の内部状態と受信側の内部状態とのずれを検知することができる。上記CRC比較法はハードウェア内で行い、状態等価性チェックを迅速化して、次の情報を送信する前にこのチェックを完了できるようにするのが有利である。本発明によれば、送信側の内部状態と受信側の内部状態との等価性は、内部状態情報を交換することなく判定できるため、情報長さを非常に短くでき、このことは大きな利点の一つである。

本発明の他の実施例では、通信制御部の内部状態を拡張して、例えばその時点での操作モード(current operating mode)や暗号情報(cryptographic information)等の追加の情報を含め、上記と同様の方法により、その追加の情報について送信側と受信側との等価性チェックを行うのも有益である。異なる操作モードを含める場合には、異なる情報フォーマット又は異なる送信ラウンドが必要になることもある。

初期化情報と通常情報との区別を行うのに用いられる初期ビットIにエラーがある場合には、本発明では、CRCチェックによりエラーと判定され、変形した情報が放棄される。

エラー許容ユニットから正しいCRCフィールドを持つ期待どおりの情報が、演繹的に既知のタイムスロット(a priori known time slot)において、受信側通信制御部KEに受信されなかった場合には、当該受信側通信制御部KEはその独自のメンバーシップフィールドにエラーの表示を施す。送信側エラー許容ユニットのタイムスロットについては演繹的に既知であるので、受信側は2種類の異な

るエラーを区別することができる。すなわち、全く情報を受信しないか、又は内容にエラーがある情報（CRCチェックの結果エラーと判定）を受信するかである。受信側は、CRCエラーのある情報の数をCRC-エラーカウンタでカウントし、正しいCRCを持つ情報の数をOK-カウンタでカウントする。

先に送信側となったエラー許容ユニットFTEに続き送信活動状態となるエラー許容ユニットは、その独自のメンバーシップフィールドに従い、当該先の送信側エラー許容ユニットに対して情報を適正に受信したことを制御フィールドを利用して確認する。

送信側となる通信制御部は、送信を行う直前において、自己がエラー状態にあるかどうかを判定する。通信制御部KEは、以下の条件が満たされた場合に、自己がエラー状態であると判定する。

- (1) 独自のエラー検知部の1つがエラーを報告した場合。又は、
- (2) 最後の送信タイムスロットで送信した情報部分が後続するエラー許容ユニットFTEのいずれの通信制御部KEによっても受信確認されない場合。又は、
- (3) OK-カウンタの値がCRC-エラーカウンタの値よりも小さい場合。

通信制御部が自己をエラー状態にあると判定した場合には、それ以上の情報は送信しなくなり、エラー処理モードに切り換わって、回復のために初期化される。

上記の方法は、送信ラウンド中に通信制御部KEが複数回現れる場合にも適正に機能する。

シャドールコンピュータSCの通信制御部KEは、エラー許容ユニットFTEの活動コンピュータACのエラー状態を、当該コンピュータACの情報が喪失したことより認識する。このような状況下では、シャドールコンピュータSCの通信制御部KEが即座にエラー状態のコンピュータの送信タイムスロットを受け継ぎ、短時間でエラー許容ユニットの重複性（代理機能性）を回復させる。

受信側において、演繹的に既知の情報受信タイミングと実際の情報受信タイミングとの間の時間差は送信側のクロック状態と受信側のクロック状態との間の差を表す指標となる。本発明では、クロックを同期させるために、通信システムに

において同期情報を交換する必要はなく、従って情報の数をその分減少させることができる。

本発明によれば、各情報の制御フィールドKに複数のモード変更ビットBを含めることにより、緊急時の反応を迅速化できる。本実施例では、このようなモード変更ビットBを3個設けている。通信制御部KEは、それぞれのモード変更ビットBに緊急モードの設定信号を発する。そうすると、遅くとも次の送信ラウンド中に、他の全てのコンピュータが要求されたモード変更に応答する。

上述した本発明は分散式リアルタイムシステムにおける通信効率を大きく改善する。文献（1992年SAEハンドブック、巻20、301～302頁、自動車技術者学会 [Society of Automotive Engineers]、米国、ペンシルバニア、ワレンデール [Warrendale]、コモンウェルス ドライブ 400 [400 Commonwealth Drive]）に公表されたJ1850, CAN and Token Slot Networkのような他の通信方法と比較し、本発明は反応時間を50%以上短くし、提供できる機能は増加させることができる。

要約すると、本発明の以下の新規な特徴により、分散配置されたエラー許容リアルタイムコンピュータの集合を含む通信システムにおける情報長さを短くするとともに、情報の個数を減少させることができる。

- (1) 状態に関する情報をCRC計算に含めることにより、状態に関する情報を顕在的(explicitly)に交換することなく、送信側と受信側の内部状態の等価性を判定する。
- (2) 各情報内に短い受信確認フィールドを導入することにより、受信確認情報を削除する。
- (3) 追加の同期情報を送信することなく、クロック同期を潜在的(implicitly)に行う。
- (4) 情報の送受信タイミングが演繹的に既知であることを利用して、情報名を導き出し、情報名を顕在的(explicitly)に送信する必要をなくす。
- (5) 各情報内にモード変更フィールドを設けて、追加の情報を送信することなく、操作モードを即座に変更できるようにする。

(6)受信されるCRCフィールドのうち適正なものとエラー状態のものとの比率を評価して、情報を顕在的(explicitly)に交換することなく、受信側通信制御部が多数派の動作状態にある通信制御部に属するか否かを判定する。

最後に、本発明は4個のエラー許容ユニットを備える上記の構成に限定されるものではなく、エラー許容ユニットの数は任意に設定できることを述べておく。

同様に、各エラー許容ユニットの構成も2個の活動コンピュータと1個のシャドーコンピュータとを備え、各コンピュータに単一の通信制御部を設けたものに限定されるものではない。また、通信システムは2個の通信チャンネルに限定されず、要求される重複性に応じて、チャンネルの個数も選定できるものである。特に、通信チャンネルは『オンボード(on-board)』型又は『オンチップ(on-chip)』型の接続として実施することもできる。

【图1】

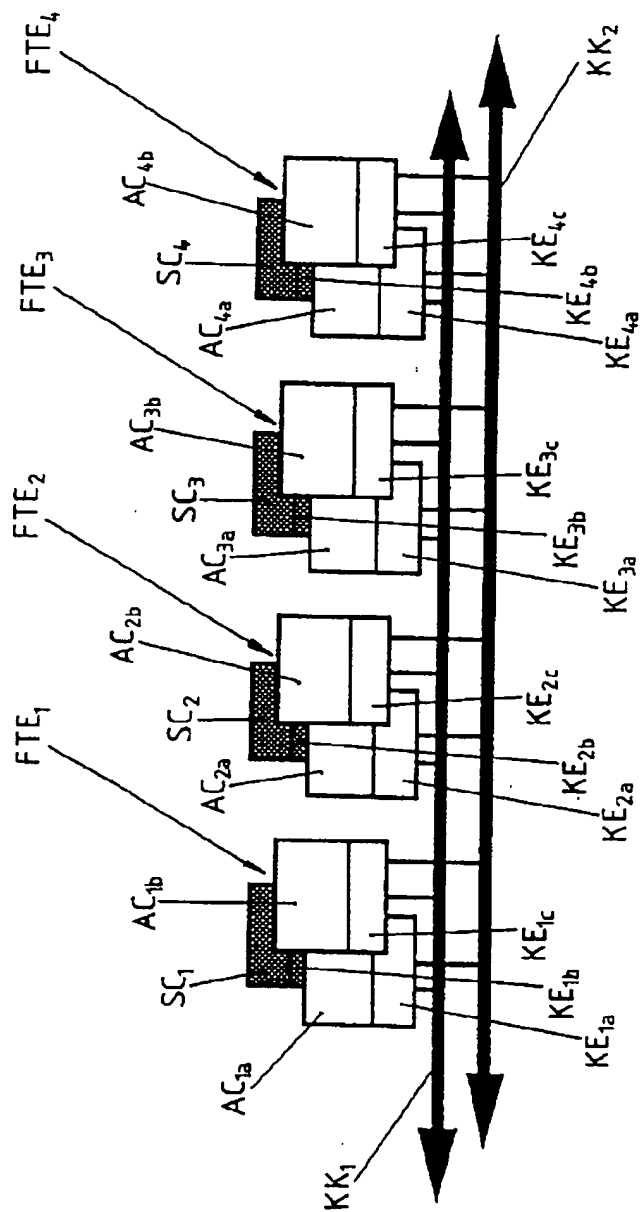


FIG.1

【図2】

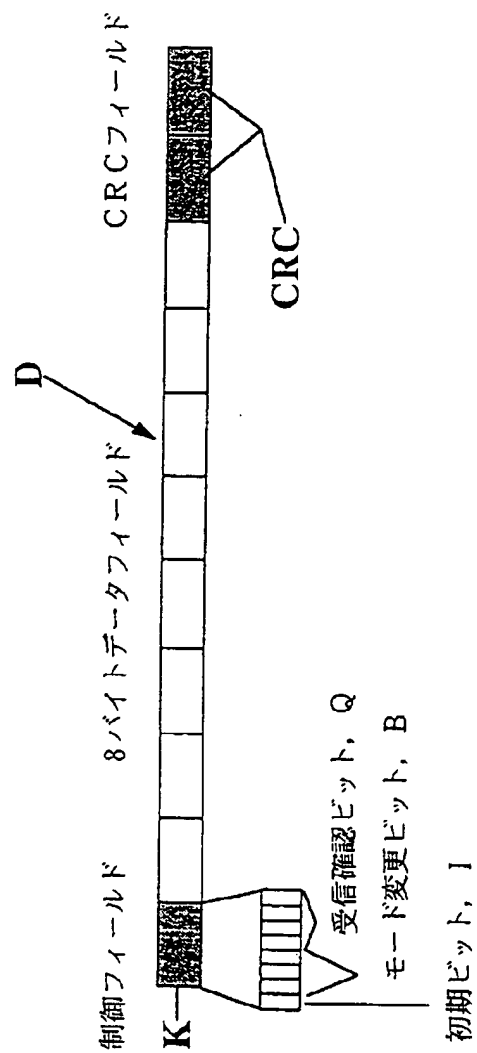


FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/AT 93/00138

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
Int. Cl. ⁵ GO6F11/08 GO6F11/10 GO6F11/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
Int. Cl. ⁵ GO6F HO4L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US, A, 4 860 006 (BARALL) 22 August 1989 see the abstract; claim 1; fig. 2,3,5,6	1,9
A	EP, A, 0 033 228 (FORNEY INTERNATIONAL) 5 August 1981 see the abstract; claims 1,2; fig. 5-8	1,9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 1 December 1993 (01.12.93)		Date of mailing of the international search report 22 December 1993 (22.12.93)
Name and mailing address of the ISA/ EUROPEAN PATENT OFFICE Facsimile No.		Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/AT 93/00138

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-4860006	22-08-89	NONE	
EP-A-0033228	05-08-81	US-A- 4352103	28-09-82
		US-A- 4304001	01-12-81
		US-A- 4347563	31-08-82
		US-A- 4402082	30-08-83
		AU-B- 537919	19-07-84
		AU-A- 6656981	30-07-81
		CA-A- 1171543	24-07-84
		CA-C- 1182568	12-02-85
		JP-A- 56128047	07-10-81
		CA-C- 1182569	12-02-85
		CA-C- 1182572	12-02-85
		US-A- 4410983	18-10-83
		CA-C- 1182567	12-02-85

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

【要約の続き】

信制御部が、受信する情報をチェックすることにより、エラー情報を検知するとともに、受信側の通信制御部の内部状態の送信側の通信制御部の内部状態からのずれを検知することをことができる。